

УДК 621.31

ОБ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМАХ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ В ОБЛАСТИ СИСТЕМ ЗАЗЕМЛЕНИЯ И КОМПЕНСАЦИИ ЁМКОСТНЫХ ТОКОВ ОДНОФАЗНОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ

Булыгин К.А.**научные руководители д.т.н., проф. Кавченков В.П., к.т.н., Артемов А.И.*****Филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Смоленске***

Выбор системы заземления нейтрали и системы компенсации ёмкостных токов однофазного замыкания на землю (далее - ОЗЗ) является одним из наиболее важных этапов проектирования объектов электроэнергетики. При этом данный раздел энергетической отрасли продолжает оставаться наименее подробно описанным в нормативных документах как Российской Федерации, так и (в меньшей степени) зарубежных стран. Стоимость как оборудования, применяемого для компенсации ёмкостных токов ОЗЗ, так и ликвидации последствий воздействия некомпенсированных ёмкостных токов ОЗЗ, остаётся достаточно существенной.

Разработкой нормативных документов для электроэнергетики в США занимается Американский национальный институт стандартов (ANSI), который входит в Международную электротехническую комиссию (ISO). В области систем заземления и компенсации ёмкостных токов ОЗЗ наибольший интерес представляет стандарт ANSI/IEEE Std 242-1986, the IEEE Buff Book, или его обновлённая версия IEEE Std 242-2001 (далее - Стандарт; где IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers, международная некоммерческая ассоциация специалистов в области техники). Стандарт выполнен как подробный, всеобъемлющий, пошаговый сборник материалов (рекомендаций) по выбору систем заземления и компенсации ёмкостных токов на этапе проектирования, с учётом практик европейских стран. Во главу угла ставится минимизация безтоковых пауз и повреждений элементов сети. Указанный стандарт определяет широкий перечень принципиальных требований к системам заземления и компенсации ёмкостных токов ОЗЗ, приведём лишь некоторые из них:

- для сетей напряжением до 15 кВ бесперебойность питания потребителей является определяющим фактором и в таком случае рекомендуется применять системы компенсации ёмкостных токов, предполагающие установку высокоомного резистора (HRG, если токи замыкания на землю менее 10 А) или низкоомного резистора (LRG, токи замыкания на землю более 10А). В разделе 1.4.3 Стандарта так же приведён перечень преимуществ применения резистивного метода компенсации ёмкостных токов ОЗЗ (шесть позиций с разъяснениями).
- для сетей большего напряжения допускается отключение повреждённого фидера действием релейной защиты и автоматики.
- допускается применение гибридных систем заземления (с параллельным включением низкоомного и высокоомного резисторов) и рекомендуется применение данных систем для компенсации ёмкостных токов при возникновении замыканий в обмотке статора генератора (что позволяет сохранить устойчивость работы генератора и избежать обширного повреждения обмоток статора в месте замыкания).
- установка резонансных систем компенсации ёмкостных токов ОЗЗ (с использованием катушек Петерсена) требует обязательного технико-экономического обоснования а также наличия систем мониторинга

состояния сети и автоматической настройки оборудования в резонанс (с задаваемой точностью).

Заслуживает внимание и то, что 20 июня 2012 года введена в действие коллекция стандартов (IEEE 3000 Standards Collection for Industrial and Commercial Power Systems), где каждая из ранее существовавших 13 «Цветных книг» («Color books» – наборы рекомендаций, где консолидирован имеющийся опыт в части анализа, планирования, расчёта, координации, защиты и обеспечения безопасности работы электроэнергетических систем) теперь включает в себя до 70 узконаправленных стандартов, которые являются высокоспециализированными, регулярно обновляемыми, малыми по объёму, а значит и более эффективными. В указанной коллекции имеется целое семейство стандартов, посвящённых вопросам организации систем заземления и компенсации ёмкостных токов замыкания на землю (группа «Grounding»), в которое входит стандарт IEEE P3003.1 «Системы заземления, рекомендации для промышленных и коммерческих ЭС» (IEEE P3003.1 Recommended Practice for the System Grounding of Industrial and Commercial Power Systems). Поскольку в различных странах накапливается разнообразный опыт применения систем заземления и компенсации ёмкостных токов, то в целях поддержания актуальности стандартов, относящихся к группе «Grounding», организованы особые рабочие группы, в состав которых входят специалисты со всего мира. Вопросы и предложения в части положений упомянутых стандартов могут быть направлены на рассмотрение рабочих групп средствами сети internet.

Учитывая вышеизложенное, следует обратить внимание на то, что в настоящее время в сетях 6-35 кВ энергосистемы Российской Федерации основными нормативными документами (Правилами устройства электроустановок) разрешены к применению только три режима заземления нейтрали (а именно: изолированная нейтраль, через ДГР или резистор; пункт 1.2.16 ПУЭ), при этом чётких рекомендаций по применению того или иного режима заземления не приводится. На лицо явное отставание отечественной нормативной базы от зарубежной в части определения требований к современным системам компенсации ёмкостных токов замыкания на землю. Указанный пробел в основных регламентирующих документах в том числе является причиной того, что в Российской Федерации в сетях 6-35 кВ с компенсацией ёмкостного тока до сих пор применяется порядка 1986 ступенчатых дугогасящих реакторов (75,5% от общего числа ДГР) и 433 плавно регулируемых реакторов (24,5%). При этом подавляющее большинство ступенчатых ДГР – устаревшие (тип ЗРОМ и РЗДСОМ), имеющие всего по 5 ответвлений, что позволяет выполнять только очень грубую настройку на работу в резонанс (хотя п.5.11.10 ПТЭ это допускает – ещё один очевидный недостаток отечественных нормативных документов, требующий немедленного устранения). Сегодня организации, эксплуатирующие электрические сети, не имеют достаточно веских оснований для модернизации устройств компенсации ёмкостных токов ОЗЗ (соответствующие позиции в инвестиционных программах до 2018 г. практически отсутствуют), а организации, ведущие перспективные разработки в данной области испытывают в связи с этим определённые сложности в части продвижения и реализации своих разработок, поскольку предлагаемые технические характеристики новейших образцов оказываются избыточными (относительно требований нормативных документов РФ), а значит – мало востребованными.

Таким образом, необходимо:

- переиздание существующей редакции ПУЭ, с учётом зарубежного опыта применения систем компенсации ОЗЗ с соответствующей поправкой на особенности эксплуатации электрических сетей в Российской Федерации (пересмотр существующей редакции ПУЭ планируется выполнить после

утверждения и ввода в действие постановления правительства РФ «О правилах технологического функционирования электроэнергетических систем» в 2014 году).

- рассмотрение вопроса о возможности организации системы поддержания нормативной документации в актуальном состоянии, соответствующем последним разработкам в области электроэнергетики и опыту эксплуатации сетей и оборудования на территории РФ (с использованием современных информационных технологий) как в области систем заземления и компенсации ёмкостных токов ОЗЗ, так и в электроэнергетике в целом.
- дополнить соответствующие разделы ПУЭ подробными разъяснениями в части требований (рекомендаций) к системам компенсации ёмкостных токов ОЗЗ, которые могут применяться в электрических сетях РФ (что позволит стимулировать процесс модернизации соответствующей части электросетевого комплекса страны) .